

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-190132

(43)Date of publication of application : 30.07.1993

(51)Int.Cl.

H01J 37/21
H01J 37/147

(21)Application number : 04-004021

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 13.01.1992

(72)Inventor : KOMATSU BUNRO
KAGA YASUHIRO

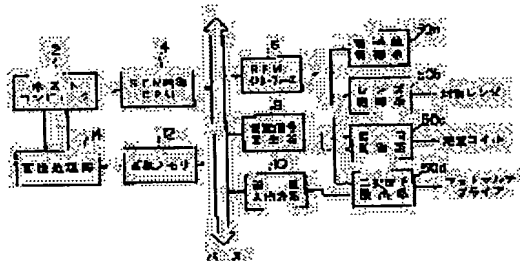
(54) AUTOMATIC FOCUSING OF SCAN TYPE ELECTRON MICROSCOPE

(57)Abstract:

PURPOSE: To permit the focusing with high precision even in case of a variety of shapes of observed objects or the case where the operation distance varies, by installing an electron gun control system, lens control system, deflection control system and a secondary electron detecting system, in a scan type microscope.

CONSTITUTION: The edge of the taper part of a pattern is detected with a low magnification mode, and beam scan in the perpendicular direction to the edge is performed by a deflection control system 50C.

Excitation is varied, and the secondary electron signal detected by the secondary electron detecting system 50d is smoothing- differentiation-processed, and the sum of the absolute value of an image signal is obtained, and the excitation condition for obtaining the max. value is obtained by a computer 2. Then, the microscope is set in a high magnification mode, and the optimum excitation condition is detected by carrying out the similar operations. The change of the excitation condition at this time is carried out within a prescribed range of the optimum excitation condition with the low magnification mode. The computer 2 sets the excitation condition for an objective lens to the optimum excitation with the high magnification mode. Accordingly, even in case of a variety of observed objects or the case where the operation distance varies, the focusing with high precision can be carried out.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

11.06.1993

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2535695

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-190132

(43)公開日 平成5年(1993)7月30日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 1 J 37/21
37/147

識別記号

庁内整理番号

B 9069-5E
B 9069-5E

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全6頁)

(21)出願番号 特願平4-4021

(22)出願日 平成4年(1992)1月13日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 小 松 文 朗

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会
社東芝堀川町工場内

(72)発明者 加 賀 康 裕

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会
社東芝堀川町工場内

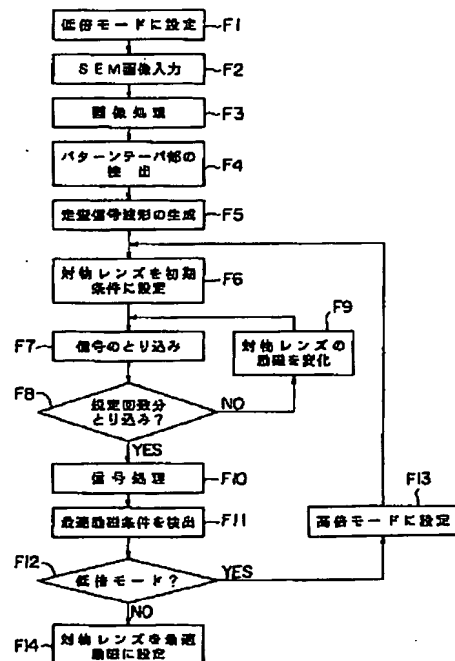
(74)代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

(54)【発明の名称】 走査型電子顕微鏡の自動焦点合わせ方法

(57)【要約】

【目的】 精度の良い焦点合わせを可能にする

【構成】 低倍率モードでパターンのテーパー部のエッジを検出し、このエッジに直角となるようなビーム走査を対物レンズの励磁条件を変える毎に行って、その時得られる二次電子信号に平滑化微分処理を施して画素信号の絶対値の和を求め、この絶対値の和に基づいて低倍モードにおける対物レンズの最適励磁条件を求める。SEMを高倍モードに設定し、対物レンズの励磁条件が、上記検出された低倍モードにおける最適励磁条件を中心にした所定の範囲内で所定刻み毎に変化させ、テーパー部のエッジに対して直角となる方向にビーム走査を行った時の二次電子信号を、上記所定刻み毎に取込み、低倍モードの場合と同じようにして高倍モードにおける対物レンズの最適励磁条件を求め、この求められた最適励磁条件に対物レンズの励磁条件を設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】走査型電子顕微鏡の倍率を所定の低倍モードに設定し、パターンにビーム走査する第1のステップと、

前記パターンからの二次電子信号を検出し、この二次電子信号を平滑化及び多値化処理することによって前記パターンのテーバ部の位置を検出する第2のステップと、前記テーバ部のエッジに対してビーム走査が直角となる方向を求め、この求めた方向にビームを偏向させる第3のステップと、

前記走査型電子顕微鏡の対物レンズの励磁条件を所定刻み毎に変化させ、所定刻み毎に前記テーバ部のエッジに対して直角となる方向にビーム走査を行ったときの二次電子信号を取込む第4のステップと、

各励磁条件毎に、前記二次電子信号に平滑化微分処理を行って画素信号の絶対値の和を算出し、この算出された絶対値の和に基づいて対物レンズの最適励磁条件を検出する第5のステップと、

前記走査型電子顕微鏡の倍率を所定の高倍モードに設定し、対物レンズの励磁条件を、前記検出された最適励磁条件を中心にした所定の範囲内で所定刻み毎に変化させ、所定刻み毎に前記テーバ部のエッジに対して直角となる方向にビーム走査を行った時の二次電子信号を取込み、前記第5のステップを繰返す第6のステップと、対物レンズの励磁条件を、第6のステップで検出された最適励磁条件に設定する第7のステップと、を備えていることを特徴とする走査型電子顕微鏡の自動焦点合わせ方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、走査型電子顕微鏡の自動焦点合わせ方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】走査型電子顕微鏡（以下、SEMともいう）の従来の自動焦点合わせ方法は以下のように行っていた。

- 1) 電子ビーム走査を円走査または線走査のように一定とし、対物レンズの励磁を一定量ずつ変化させながら得られる二次電子信号を記憶し、
- 2) この記憶された二次電子信号から表示画面における隣接画素間での信号の変化量の積分値、あるいは隣接画素間での信号の差の絶対値の和のいずれかを求め、
- 3) 求められた上記値が最大となる対物レンズの励磁条件を求めて、対物レンズに設定する。

なお、最大となる対物レンズの励磁条件を求める場合は最大値の半分の値によって決まる励磁値幅の中央の励磁値を、真の最大値をとる条件と見なして対物レンズに設定する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の自動焦点合わせ

方法においては、電子ビーム走査が円走査または直線走査のように一定であり、この結果ビーム走査上に観察対象物の境界領域（傾斜をもった部分）が多く存在すれば得られる二次電子信号量の中で形状コントラストの成分がそれだけ多く含まれるので焦点合わせの精度が向上し、更にビーム走査方向が境界領域に直角であれば精度も一層向上する。しかしながら、観察対象物はビームの照射面上で任意の位置に存在しているため、自動焦点合わせで使用される円走査、線走査の場合には、観察対象物の境界をビームが走査する回数が不定となる。更に観察対象物の形状も様々であり、ビーム走査に対して境界領域が直角に配置されない場合が多い。この為、得られた信号の中に含まれる形状コントラスト成分の変動が著しくなり、自動焦点の精度が変動するという問題がある。

【0004】又、従来の自動焦点合わせ方法では倍率を一定（通常はオペレータが予め設定した倍率）で行っているため、ワーキングディスタンス（作動距離）が大きく変化した場合には焦点調整の精度が劣化することが多いという問題点があった。本発明は上記事情を考慮してなされたものであって、観察対象物の形状が様々であっても、又、作動距離が大きく変化した場合でも精度の良い焦点合わせを自動的に行うことのできる自動焦点合わせ方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明による走査型電子顕微鏡の自動焦点合わせ方法は、走査型電子顕微鏡の倍率を所定の低倍モードに設定し、パターンにビーム走査する第1のステップと、前記パターンからの二次電子信号を検出し、この二次電子信号を平滑化及び多値化処理することによって前記パターンのテーバ部の位置を検出する第2のステップと、前記テーバ部のエッジに対してビーム走査が直角となる方向を求め、この求めた方向にビームを偏向させる第3のステップと、前記走査型電子顕微鏡の対物レンズの励磁条件を所定刻み毎に変化させ、所定刻み毎に前記テーバ部のエッジに対して直角となる方向にビーム走査を行ったときの二次電子信号を取込む第4のステップと、各励磁条件毎に、前記二次電子信号に平滑化微分処理を行って画素信号の絶対値の和を算出し、この算出された絶対値の和に基づいて対物レンズの最適励磁条件を検出する第5のステップと、前記走査型電子顕微鏡の倍率を所定の高倍モードに設定し、対物レンズの励磁条件を、前記検出された最適励磁条件を中心にした所定の範囲内で所定刻み毎に変化させ、所定刻み毎に前記テーバ部のエッジに対して直角となる方向にビーム走査を行った時の二次電子信号を取込み、前記第5のステップを繰返す第6のステップと、対物レンズの励磁条件を、第6のステップで検出された最適励磁条件に設定する第7のステップと、を備えていることを特徴とする。

【0006】

【作用】このように構成された本発明の自動焦点合わせ方法によれば、低倍率モードでパターンのテーバ部のエッジを検出し、このエッジに直角となるようなビーム走査を対物レンズの励磁条件を変えることに行き、その時得られる二次電子信号に平滑化微分処理を施して画素信号の絶対値の和を求め、この絶対値の和に基づいて低倍モードにおける対物レンズの最適励磁条件を求める。次に電子顕微鏡を高倍モードに設定し、対物レンズの励磁条件が、上記検出された低倍モードにおける最適励磁条件を中心にした所定の範囲内で所定刻み毎に変化させ、テーバ部のエッジに対して直角となる方向にビーム走査を行った時の二次電子信号を、上記所定刻み毎に取り込み、低倍モードの場合と同じようにして高倍モードにおける対物レンズの最適励磁条件を求め、この求められた最適励磁条件に対物レンズの励磁条件を設定する。これにより、観察対象物の形状が様々であっても、又、作動距離が大きく変化した場合でも精度の良い焦点合わせを行うことができる。

【0007】

【実施例】本発明による自動焦点合わせ方法の一実施例を図面を参照して説明する。本実施例の処理手順を示すフローチャートを図1に、本実施例の方法を実施する装置の一具体例を図2に示す。本実施例の方法は電子銃制御系50a、レンズ制御系50b、偏向制御系50c、及び二次電子検出系50dを有している走査型顕微鏡（SEM）を用いて行う。

【0008】まずSEMを低倍モード（5000倍）に設定する（図1のステップF1参照）。そしてこの倍率において試料（図示せず）のパターンに、ビーム走査する。このビーム走査はホストコンピュータ2からの指令信号に基づいてSEM制御CPU4がSEMインターフェイス6を介して電子銃制御系50a、レンズ制御系50b、及び偏向制御系50cを制御することにより行う。このビーム走査によるパターンからの二次電子信号を二次電子検出系50dによって検出し、この検出された二次電子信号を画像入出力系10によって画像信号に変換し、画像メモリ12に格納する（ステップF2参照）。

【0009】次にこの画像信号を画像処理部14によって画像処理する（図1のステップF3参照）。この画像処理はまず、例えば3×3のフィルタマトリクスを用いて空間フィルタリング処理を行い、画像を平滑化する。続いて、多値化処理（本実施例では三値化処理）を行い、画像を濃淡値によって基板表面部、パターンテーバ部、及びパターン表面部の三領域に分離する。

【0010】次に上記多値化された画像の濃淡値を調べることによってテーバ部の位置を画像処理部14によって検出する（ステップF4参照）。この検出されたテーバ部のエッジに対してビーム走査が直角になるような方

向をホストコンピュータ2によって計算し、この計算した方向のデータをSEM制御CPU4を介して走査信号発生器8内のメモリに送出する。走査信号発生器8は上記データに基づいて偏向制御系50cに走査信号を送出することによってテーバ部に直角な方向のビーム走査を行わせる（ステップF5参照）。

【0011】次に、対物レンズの励磁を初期条件に設定し（ステップF6参照）、励磁を一定量ずつ変化させる毎に走査信号発生器8によってビームを1走査させ、（ステップF7、F8、F9参照）、この時二次電子検出系50dによって検出される二次電子信号を画像入出力系10によって画像信号に変換して画像メモリ12に格納し、この格納された画像信号を画像処理部14によって画像処理する（ステップF10参照）。例えば、画像メモリが512×512のフレームから構成されているならば、励磁1条件当たり512×1の容量で画像信号を蓄えられるので励磁条件を512通り変化させることが可能である。又この時、画像処理部14における画像処理は、対物レンズの励磁条件が一定であるときの画像メモリ12上の1走査に相当する信号データ毎に平滑化微分を施す。この平滑化微分の点数（重み係数の数）は7点で行う。そしてこの平滑化微分処理の後、画素信号の絶対値の和 S_i （ i は対物レンズの励磁条件を示す）を求める。この処理を全ての励磁条件に対して行い、絶対値の和 S_i が最大となる励磁条件 i_{max} をホストコンピュータ2によって求める（ステップF11参照）。

【0012】次にSEMを高倍モード（20000倍）に設定し（ステップF12、F13参照）、ステップF6～F12のステップを繰り返し、高倍モードにおける最適励磁条件を検出する。なお、この時の対物レンズの励磁条件の変更は低倍モードで求めた最適励磁条件を中心にした所定の範囲で行い、低倍モードの刻みの1/10の刻みで変化させる。

【0013】この検出された、高倍モードにおける最適励磁条件に対物レンズの励磁条件が設定されるようにホストコンピュータ2がSEM制御CPU4、SEMインターフェイス6を介してレンズ制御系50bを制御し、焦点合わせを終了する（ステップF14参照）。

【0014】なお、対物レンズの励磁条件を変化させる場合、レンズのヒスリシスの影響を抑えるために、初期条件は弱励磁側に設定し、順次強励磁側に变化させるのが望ましい。更に、求めた最適条件に対物レンズを設定する場合も一度初期条件に戻してから設定するのが望ましい。

【0015】上記実施例によって焦点合わせを行った時に得られるテーバ部の信号波形を図3（a）に示し、焦点合わせを行う前の焦点ボケの生じている時に得られるテーバ部の信号波形を図3（b）に示す。この図3

（a）、（b）より本実施例の自動焦点合わせ方法は、観察対象物の形状が様々であっても、又作動距離が大き

く変化した場合でも精度の良い焦点合わせを行うことができる。

【0016】

【発明の効果】本発明によれば、観察対象物の形状が様々であっても、又作動距離が大きく変化した場合でも精度の良い焦点合わせを行うことができる。

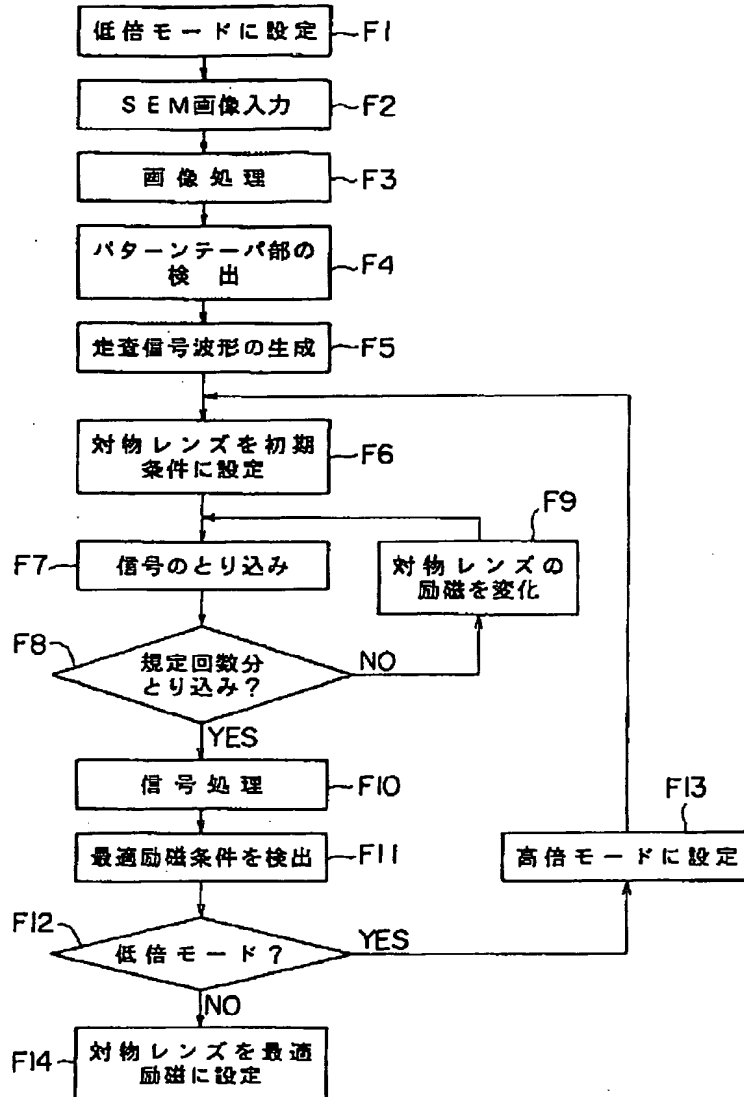
*【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による自動焦点合わせ方法の一処理手順を示すフローチャート。

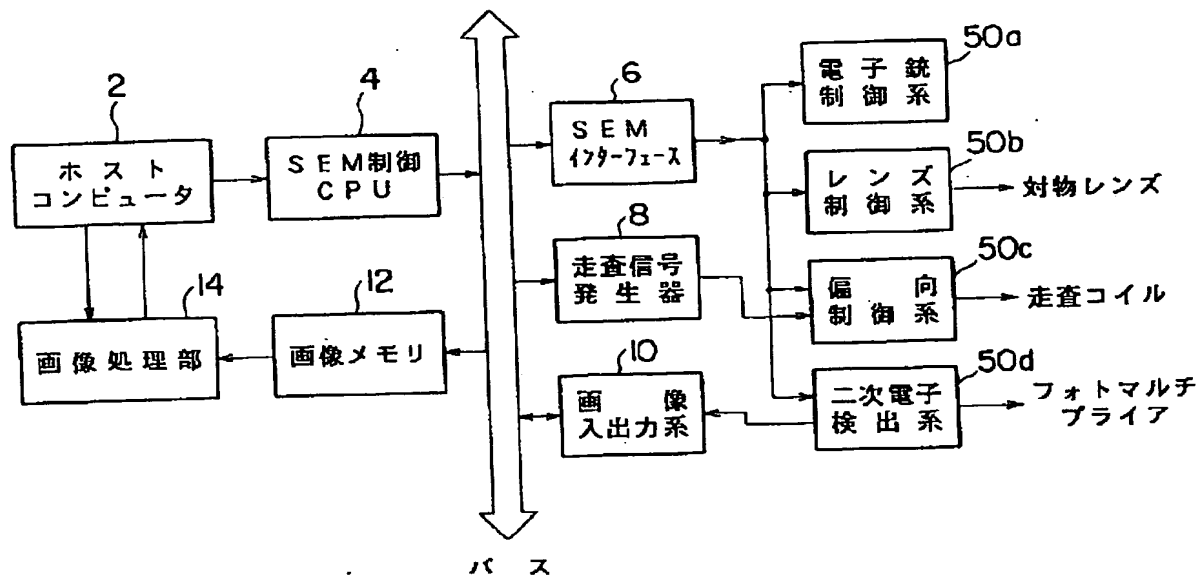
【図2】本発明の方法を実施する装置の一具体例を示すブロック図。

*【図3】本発明の効果を説明するグラフ。

【図1】



【図2】



【図3】

